

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156795  
 (43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.CI. H04L 12/28  
 H04L 12/56

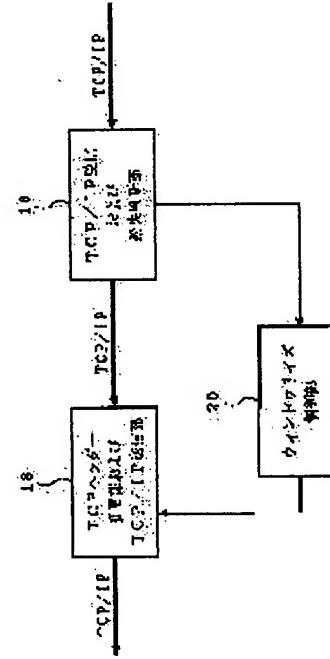
(21)Application number : 11-337294 (71)Applicant : NEC MOBILE COMMUN LTD  
 (22)Date of filing : 29.11.1999 (72)Inventor : HARA YUTAKA

## (54) PACKET FLOW CONTROLLER AND METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a packet flow controller and its method by which retransmission to a path with a high error rate in a wireless channel with a low throughput with respect to a TCP/IP connection can be reduced and network congestion can be avoided in a TCP/IP connection path.

**SOLUTION:** A TCP/IP repeater is provided with a TCP/IP reception and missing discrimination section 16 and with a window size control section 20. The TCP/IP reception and missing discrimination section 16 detects missing of a TCP/IP packet and a TCP/IP ACK. The window size control section 20 decreases a TCP window size to limit a packet stream thereby reducing a retransmission amount when detecting the missing state. Then the normality of the connection is warranted by transmission reception of packets for a prescribed time or with a prescribed amount from the reduction state of the window size, the window size is increased.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-156795

(P2001-156795A)

(43)公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 04 L 12/28  
12/56

識別記号

F I  
H 04 L 11/00  
11/20

テマコード(参考)  
310D 5K030  
102C 5K033

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-337294

(22)出願日

平成11年11月29日(1999.11.29)

(71)出願人 390000974

日本電気移動通信株式会社  
横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 (N  
EC移動通信ビル)

(72)発明者 原 豊

神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8  
号 日本電気移動通信株式会社内

(74)代理人 100086645

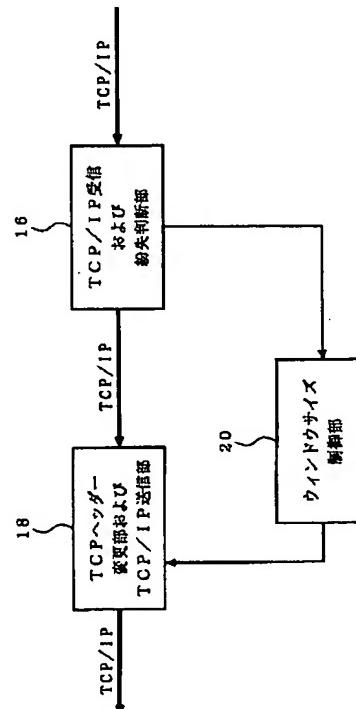
弁理士 岩佐 義幸  
F ターム(参考) 5K030 GA02 GA03 HC14 HD03 JL01  
LA01 LC03  
5K033 AA01 CB03 DA17 DB18

(54)【発明の名称】 パケットのフロー制御装置および方法

(57)【要約】

【課題】 TCP/IPのコネクション経路にスループットの低い無線伝送路の誤り率の高い経路のTCP/IPコネクションに対する再送の低減と網輻輳の回避をおこなうパケットのフロー制御装置および方法を提供する。

【解決手段】 TCP/IP中継装置は、TCP/IP受信および紛失判断部16と、ウィンドウサイズ制御部20とを備える。TCP/IP受信および紛失判断部16は、TCP/IPのパケットと、TCP/IPのACKとの紛失を検出を行う。ウィンドウサイズ制御部20は、紛失状態の検出時にTCPのウィンドウサイズを減少させることによってパケットの流量を制限し再送量を低減させる。ウィンドウサイズの減少状態からコネクションの正常性が一定時間または一定量のパケットの送受信で保証されると、ウィンドウサイズを増加の方向に転じるものである。



### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 伝送制御プロトコル／インターネットプロトコルのパケット通信のパケットを送受信する終端装置と、複数の前記終端装置を接続し、伝送路を介して前記パケット通信を中継する中継装置と、を備えるパケットのフロー制御装置において、前記中継装置は、前記パケット通信によるデータの送受信を行うとき、伝送制御プロトコルのヘッダーから情報を取得し、前記取得した情報を元にデータの再送が発生するか否かを検出し、前記再送が発生することを判断すると、前記ヘッダーを書き換えることを特徴とするパケットのフロー制御装置。

【請求項 2】 前記中継装置は、前記伝送制御プロトコルのヘッダーのシーケンス番号と、伝送制御プロトコルのパケットに対する応答の紛失を検出し、前記紛失を検出したときウィンドウサイズを減少させる制御を行い、前記紛失が無くなると前記ウィンドウサイズを段階的に元に戻す制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載のパケットのフロー制御装置。

【請求項 3】 前記中継装置は、

前記パケット通信のパケットを受信すると、前記伝送制御プロトコルのヘッダーを解析し、前記シーケンス番号を取得し、前記パケットの応答が受信されると、前記応答に含まれる応答確認番号を取得し、前記シーケンス番号と前記応答確認番号との一致するか不一致であるかに応じて前記ウィンドウサイズ制御の指示を行う判断部と、

前記一致する場合は、ウィンドウサイズが予め取得した初期値を構内範囲で増加させる制御を行い、前記不一致である場合は、ウィンドウサイズが予め定めた最低値を下回らないように減少させる制御を行う制御部と、を有することを特徴とする請求項 2 記載のパケットのフロー制御装置。

【請求項 4】 前記伝送路網は、有線伝送路と、無線伝送路とを有することを特徴とする請求項 1, 2 または 3 記載のパケットのフロー制御装置。

【請求項 5】 伝送制御プロトコル／インターネットプロトコルのパケット通信のパケットを送受信する終端装置と、

複数の前記終端装置を接続し伝送路網を介して、前記パケットを他の終端装置へ中継する中継装置と、を備えるパケットのフロー制御装置におけるパケットのフロー制御方法であって、

前記中継装置は、前記伝送制御プロトコルのヘッダーのシーケンス番号と、伝送制御プロトコルのパケットに対する応答の紛失を検出し、前記紛失を検出したときウィンドウサイズを減少させるため前記ヘッダーの書き換えを行い、前記紛失が無くなると前記ウィンドウサイズを段階的に元に戻すように前記ヘッダーの書き換えを行うこ

とを特徴とするパケットのフロー制御方法。

【請求項 6】 a) 伝送制御プロトコル／インターネットプロトコルのパケット通信での、パケットの伝送制御プロトコルに含まれるヘッダーを解析し、ウィンドウサイズの初期値を取得するステップと、  
b) 前記パケットの受信があるか否かを判断するステップと、  
c) ステップ b の判断の結果、受信がある場合は、送信用のシーケンス番号を前記ヘッダーから取得し記憶し、ステップ b に戻るステップと、  
d) ステップ b の判断の結果、受信がない場合は、前記パケットの応答あわかい中を判断するステップと、  
e) ステップ d の判断の結果、応答がない場合は、ステップ b へ戻るステップと、  
f) ステップ d の判断の結果、応答がある場合は、ウィンドウサイズ変更処理の制御を行い、ステップ b へ戻るステップと、を含むことを特徴とする請求項 5 記載のパケットのフロー制御方法。

【請求項 7】 前記ステップ f のウィンドウサイズ変更処理の制御は、

a) 前記応答に含まれる前記パケットのシーケンス番号に対応する応答確認番号を取得し、予め取得した前記シーケンス番号と前記応答番号とが一致しているか否かを判断するステップと、  
b) ステップ a の判断の結果、一致している場合は、前記ウィンドウサイズが初期値を超えない範囲で一定量を増加し、処理を終了するステップと、  
c) ステップ a の判断の結果、一致していない場合は、前記ウィンドウサイズが最低値を下回らない範囲で一定量減少させて、処理を終了するステップと、を含むことを特徴とする請求項 6 記載のパケットのフロー制御方法。

【請求項 8】 前記伝送路網は、有線伝送路と、無線伝送路とを有することを特徴とする請求項 5, 6 または 7 記載のパケットのフロー制御方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、LAN と接続し TCP／IP パケットをサービスとして使用する通信システムのフロー制御に係り、無線の劣化等によるパケットの紛失による LAN の再送を防止し、データを抑制するウィンドウサイズの使用によるパケットのフロー制御装置および方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】 従来、情報通信網は、TCP／IP (Transmission Control Protocol : 伝送制御プロトコル／Internet Protocol : インターネットプロトコル) コネクションを有するシステムにおいては、1 つの TCP／IP のパケットと TCP／IP ACK とが紛失した場合、再送

処理が実施される。

【0003】従来のフロー制御方法の一例が、特開平11-261632号公報に記載されている。この公報に記載された帯域割当制御方法は、パケット紛失事象のときに優先度の高いコネクションに対して、スループットの確保と応答時間短縮を図るものである。この公報のシステムは、情報通信網を介して複数の終端装置が接続されている。終端装置は、パケット通信を行うとき、情報通信網のトラヒックの状況によりパケットデータの紛失が発生すると、パケット紛失事象の検出して認識される。終端装置は、高優先度のコネクションについての送信量を直ちに削減することなく、パケット紛失事象の発生のたびに送信量を削減する。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】すなわち特開平11-261632号公報に記載の帯域割当制御方法は、終端装置でのフロー制御で優先順位の高いコネクションについてスループットの確保と応答時間の短縮を行うものである。

【0005】しかし、TCP/IPのコネクションの経路にスループットの低い部分が存在すると、高トラヒックの伝送路からの入力に対してバッファフルによるパケットの廃棄が発生し、パケット終端の装置から再送が発生する。また例えば無線のような伝送品質が低い部分が存在すると、紛失したTCP/IPパケットまたはTCP/IP ACKに対する再送が発生する。

【0006】いずれも場合も伝送媒体または他のTCP/IPコネクションに負荷を与え、複数のTCP/IPコネクションがある場合に、他のTCP/IPの伝送時間に遅延を及ぼし応答時間の増加をまねいてしまう。

【0007】本発明は、このような背景の下になされたもので、TCP/IPのパケットの紛失またはTCP/IPパケットに対するACKの紛失をTCP/IPコネクションの中継装置で検出を行い、パケットの紛失時にはTCPのウィンドウサイズを減少させ、パケットの終端装置から再送する可能性の高いパケットの送信をあらかじめ抑制する。また上述の状態からTCP/IPパケットが紛失またはTCP/IPパケットのACKの紛失が無くなれば、ウィンドウサイズをもとに戻しスループットを回復されるような制御を行うものである。

【0008】本発明の目的は、TCP/IPのコネクションを終端するサービス端末で制御しているTCPのウィンドウサイズを、TCP/IPパケットの中継装置で行う、TCP/IPウィンドウサイズの使用によるパケットのフロー制御装置および方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のパケットのフロー制御装置は、伝送制御プロトコル/インターネットプロトコルのパケット通信のパケットを送受信する終端裝

置と、複数の前記終端装置を接続し、伝送路を介して前記パケット通信を中継する中継装置とを備えるパケットのフロー制御装置において、前記中継装置は、前記パケット通信によるデータの送受信を行うとき、伝送制御プロトコルのヘッダーから情報を取得し、前記取得した情報を元にデータの再送が発生するか否かを検出し、前記再送が発生することを判断すると、前記ヘッダーを書き換えることを特徴とする。

【0010】本発明の中継装置の好適な例は、前記伝送制御プロトコルのヘッダーのシーケンス番号と、伝送制御プロトコルのパケットに対する応答の紛失を検出し、前記紛失を検出したときウィンドウサイズを減少させる制御を行い、前記紛失が無くなると前記ウィンドウサイズを段階的に元に戻す制御を行うことを特徴とする。

【0011】本発明のパケットのフロー制御方法は、伝送制御プロトコル/インターネットプロトコルのパケット通信のパケットを送受信する終端装置と、複数の前記終端装置を接続し伝送路網を介して、前記パケットを他の終端装置へ中継する中継装置とを備えるパケットのフロー制御装置におけるパケットのフロー制御方法であつて、前記中継装置は、前記伝送制御プロトコルのヘッダーのシーケンス番号と、伝送制御プロトコルのパケットに対する応答の紛失を検出し、前記紛失を検出したときウィンドウサイズを減少させるため前記ヘッダーの書き換えを行い、前記紛失が無くなると前記ウィンドウサイズを段階的に元に戻すように前記ヘッダーの書き換えを行うことを特徴とする。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明は、TCP/IPのパケットと、TCP/IPのACKとの紛失をTCP/IPコネクションの中の中継装置で検出を行い、紛失状態の検出時にはTCPのウィンドウサイズを減少させることによってパケットの流量を制限し、再送量を低減させることによって、網の輻輳を防ぎ最終的にエンド-エンド間の遅延時間の増加を防ぐものである。ウィンドウサイズの減少状態からコネクションの正常性が一定時間または一定量のパケットの送受信で保証されたらウィンドウサイズを増加の方向に転じる。

【0013】本発明の実施例の構成を図1から図3を参考し詳細に説明する。図1は、本発明のパケットのフロー制御装置の構成を示す図である。図2は、本発明のウィンドウサイズ処理部の構成を示す図である。図3は、本発明のTCP/IPコネクション管理用テーブルを示す図である。

【0014】本発明のTCP/IPウィンドウサイズの使用によるパケットのフロー制御装置は、図1に示すように、TCP/IP中継装置10と、TCP/IP終端装置12またはTCP/IP終端装置14とを備える。TCP/IP中継装置10-1は、複数のTCP/IP終端装置12-n (nは、自然数) を接続しパケット通

信を中継する。TCP/IP中継装置10-2は、複数のTCP/IP終端装置14-n（nは、自然数）を接続しパケット通信を中継する。

【0015】TCP/IP中継装置10-1とTCP/IP中継装置10-2とは、無線伝送路を含むTCP/IPの中継装置であり、また無線伝送路をはさんで機能としては対称の装置に見える。TCP/IP終端装置14は、TCP/IPのサービスに使用されるパケットの終端装置である。また無線伝送環境は、無線LANと、移動体通信網と、その他無線通信網とを含むものである。

【0016】TCP/IP中継装置10-1とTCP/IP終端装置12-nとの間は、10BAST-Tまたは100BAST-Tのような高トラヒックを可能とする伝送媒体で接続されている。またTCP/IP中継装置10-2とTCP/IP終端装置14-nとの間は、同様な10BAST-Tまたは100BAST-Tのような高トラヒックを可能とする伝送媒体で接続されている。

【0017】この伝送媒体は、BER(Bit Error Rate: ビット誤り率)が10の-7乗を達成できる高品質な媒体である。TCP/IP中継装置10-1とTCP/IP中継装置10-2との間は、無線伝送路であり、有線伝送路に対して誤り率が高い。TCP/IP中継装置10-1とTCP/IP中継装置10-2とが移動通信装置である場合に、固定無線伝送路に対してさらに誤り率は、高くなる。

【0018】汎用的なシステムにおいて、サービスを終端するTCP/IP終端装置12-nとTCP/IP終端装置14-nとは、複数台サービス用の終端装置がTCP/IP中継装置10-1と中継装置10-2とに接続される。したがってTCP/IP中継装置10-1と中継装置10-2とは、LAN網で使用されるルータの機能も有する。

【0019】次に、TCP/IP中継装置10の内部のウィンドウサイズ処理部の構成を図2に示す。TCP/IP中継装置10は、TCP/IPパケットのルーティングを行う機能にあわせて、TCPヘッダーの送信用シーケンス番号と、応答確認用番号の内容とを参照するとともに書き換えの機能を備える。

【0020】TCP/IP中継装置10は、ルーティングを行うためにTCP/IPパケットとTCP/IP ACKとの蓄積機能を持つバッファ（図示せず）を有する。TCP/IP中継装置10においては、ルーティングのみでなく高トラヒックから低トラヒックに対する一時的な緩衝バッファの役割も有する。高トラヒックから入力したパケットは、TCP/IP中継装置10内のバッファに一旦蓄積され、目的方向の装置へ出力する。

【0021】TCP/IP中継装置10は、TCP/IP受信および紛失判断部16と、TCPヘッダー変更部

およびTCP/IP送信部18と、ウィンドウサイズ制御部20とを有する。

【0022】TCP/IP受信および紛失判断部16は、TCPヘッダーの送信用シーケンス番号とTCP ACKの応答確認番号の内容を判断する部分である。TCPヘッダー変更部およびTCP/IP送信部18は、TCP/IP受信および紛失判断部16からのTCP/IPデータを受信し、ウィンドウサイズ制御部20からの指示があるときのみTCPヘッダーを変更し、TCP/IPデータを送信する。送信用シーケンス番号とACKの応答確認番号の違い、または中継装置内のバッファがあふれてパケットの破棄が行われた場合、ウィンドウサイズ制御部20は、ウィンドウサイズの大きさを制御する部分である。

【0023】TCP/IP受信および紛失判断部16と、TCPヘッダー変更部およびTCP/IP送信部18と、ウィンドウサイズ制御部20とは、TCPコネクションごとに設けられている。

【0024】TCP/IP中継装置10に格納されているテーブル構造を図3に示す。各テーブルは、1TCPコネクションについて見ると、ウィンドウサイズを保持する初期ウィンドウサイズ値22-n（nは、自然数）と、現在のコネクションのウィンドウサイズを保持するカレントウィンドウサイズ値24-n（nは、自然数）と、パケットの正常の継続性を判断するパケット正常送受信回数26-n（nは、自然数）とからなる。初期ウィンドウサイズ値22と、カレントウィンドウサイズ値24と、パケット正常送受信回数26とで表される各テーブルは、TCPコネクション毎に有するものである。また各テーブルは、RAM等の記憶領域に格納されている。またこの記憶領域は、フラッシュメモリ、EEPROM、EEPROMまたは外部記憶装置等でも可能である。

【0025】次に、本発明の実施例の動作を図4および図5を参照し詳細に説明する。図4は、本発明のTCP/IP受信および紛失判断部の動作を示す図である。図5は、本発明のウィンドウサイズ制御部の動作を示す図である。

【0026】図4に、TCP/IPパケットまたはTCP/IP ACK受信時の処理を示す。TCP/IP受信および紛失判断部16は、受信したTCP/IPパケットの中のTCPヘッダーを解析し、ウィンドウサイズの初期値を取得し、初期ウィンドウサイズ値22-1へ格納する（ステップA1）。TCP/IP受信および紛失判断部16は、TCP/IPパケットを受信したか否かを判断する（ステップA2）。判断の結果、受信があった場合は、TCPヘッダーから送信用シーケンス番号を取得し記憶し（ステップA3）、ステップA2へ戻る。

【0027】ステップA2の判断の結果、受信がない場

合は、TCP/IP ACKの受信があったか否かを判断する（ステップA4）。判断の結果、受信がない場合は、ステップA2へ戻る。ステップA4の判断の結果、受信があった場合は、ウィンドウサイズの変更処理（図5に示す）を行い（ステップA5）、ステップA2へ戻る。

【0028】すなわち、この図4に示すTCP/IP受信および紛失判断部16の動作は、TCP/IP受信時にはACK受信時の応答確認番号と比較するための送信シーケンス番号を保持し、さらにTCP/IPのACK受信時にはACKの応答確認番号と送信シーケンス番号の内容からウィンドウサイズを制御する処理（図5）を呼び出すものである。またTCP/IP中継装置10は、送受信が正常に行われて回数をカウントし、パケット正常送受信回数26へ格納する。

【0029】次に、図5に示すように、ウィンドウサイズ制御部20は、図4のステップA5になると、動作を開始する。ウィンドウサイズ制御部20は、予め記憶したTCP/IP受信および紛失判断部16の送信シーケンス番号と、TCP/IPACKに格納されている応答確認番号とが不一致であるか否かを判断する（ステップB1）。判断の結果、不一致ではない（一致する）場合は、パケット正常送受信回数26を取得し、正常回数が一定回数以上すなわち伝送状態が正常か否かを判断する（ステップB2）。

【0030】ステップB2の判断の結果、伝送状態が正常でない場合は、処理を終了する。ステップB2の判断の結果、伝送状態が正常である場合は、カレントウィンドウサイズ値 $24-n$ の現在のウィンドウサイズ値と、初期ウィンドウサイズ値 $22-n$ のウィンドウサイズ初期値とを取得し比較する。比較の結果、現在のウィンドウサイズ値は、ウィンドウサイズ初期値であるか否かを判断する（ステップB3）。ステップB3の判断の結果、初期値である場合は、処理を終了する。ステップB3の判断の結果、初期値でない場合は、処理対象のコネクションn（nは、自然数）のウィンドウサイズを初期値を超えない範囲で一定量増加し（ステップB4）、処理を終了する。また、ステップB4で変更したウィンドウサイズ値をカレントウィンドウサイズ値 $24-n$ へ格納する。

【0031】ステップB1の判断の結果、不一致である場合は、カレントウィンドウサイズ値 $24-n$ から現在のウィンドウサイズ値を取得し、予め与えられた最低値であるか否かを判断する（ステップB5）。判断の結果、ウィンドウサイズ値が最低値である場合は、処理を終了する。ステップB5の判断の結果、ウィンドウサイズ値が最低値ではない場合は、処理対象のコネクションn（nは、自然数）のウィンドウサイズ値を最低値を下回らない程度の一定量減少し（ステップB6）、処理を終了する。また、ステップB6で変更したウィンドウサ

イズ値をカレントウィンドウサイズ値 $24-n$ へ格納する。

【0032】すなわち、ここであるコネクション確立時のデフォルトのウィンドウサイズは、図3のテーブルの初期ウィンドウサイズ値 $22-n$ （nは、自然数）と、カレントウィンドウサイズ値 $24-n$ （nは、自然数）と、パケット正常送受信回数 $26-n$ （nは、自然数）とに保持している。TCP/IP受信および紛失判断部16でTCP/IPのフロー状況を常に判断し、送信シーケンス番号およびそれに対する応答確認番号からパケットの紛失を検出する。

【0033】紛失を検出したTCP/IP中継装置10は、TCP/IPのTCP/IPトラヒックを低減させ、エンドエンド間の再送量を防ぐ。そのためにTCPヘッダー内のウィドウサイズを紛失発生より一定量減少させる。減少させるコネクションはTCP/IP中継装置10に入るIPコネクションすべてに対して行う。これによりTCP/IP中継装置10が属するサブシステムを含むIP網全体の輻輳を防ぐことが可能となる。

【0034】またトラヒックを減少中のTCP/IP中継装置10が、一定期間TCP/IPパケットの紛失を検出せず、正常なフロー状況が保たれている場合、ウィンドウサイズを一定量増加させ初期状態に近づける。これによりスループットを上げ、TCP/IPの通信量の上がる。ウィンドウサイズの増加は、初期状態を超えることは無い。

【0035】つまり本発明のパケットのフロー制御装置は、TCP/IPのコネクション経路にスループットの低い部分を含む場合または例えば無線伝送路のような誤り率の高い経路を含む場合のTCP/IPコネクションに対する再送の低減と網輻輳の回避をおこなうTCP/IPウィンドウサイズの使用によるものである。

### 【0036】

【発明の効果】本発明のパケットのフロー制御装置は、TCP/IPパケットと、そのACKとの紛失をTCP/IP中継装置で検出し、パケットのウィンドウサイズを制御することで、再送される可能性の高いパケットを抑制する。パケットのフロー制御装置は、すなわち網輻輳を回避し、TCP/IPコネクションへの再送を低減することができる。

【0037】また、TCP/IP中継装置でTCP/IPパケットと、そのACKの紛失が無くなると、ウィンドウサイズを制御し、元のサイズにすることでスループットを回復することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパケットのフロー制御装置の構成を示す図である。

【図2】本発明のウィンドウサイズ処理部の構成を示す図である。

【図3】本発明のTCP/IPコネクション管理用テー

ブルを示す図である。

【図4】本発明のTCP/IP受信および紛失判断部の動作を示す図である。

【図5】本発明のウィンドウサイズ制御部の動作を示す図である。

【符号の説明】

10 TCP/IP中継装置

12 TCP/IP終端装置

14 TCP/IP終端装置

16 TCP/IP受信および紛失判断部

18 TCPヘッダー変更部およびTCP/IP送信部

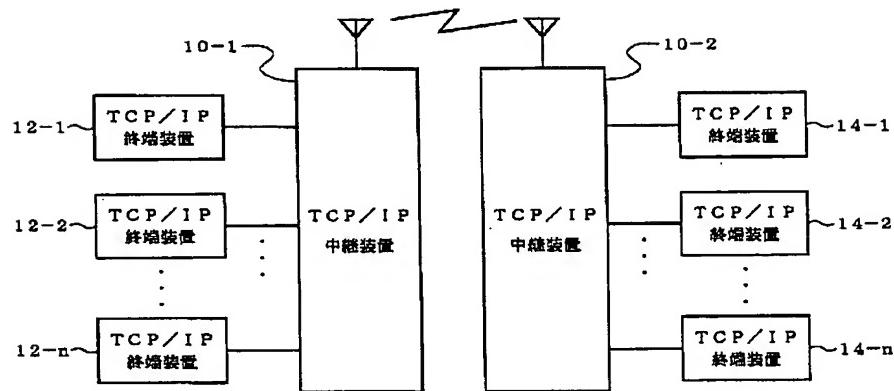
20 TCPウィンドウサイズ制御部

22 初期ウィンドウサイズ値

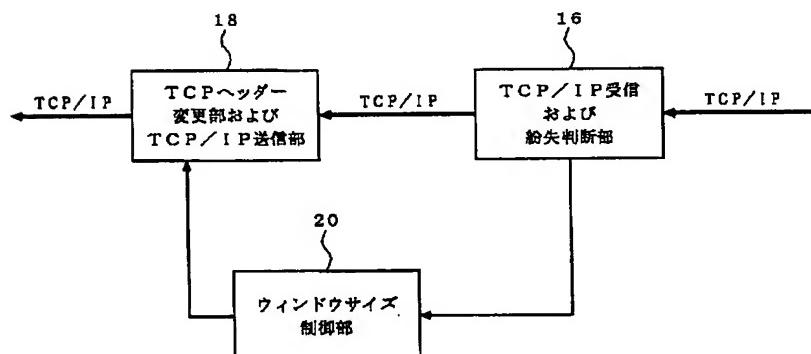
24 カレントウィンドウサイズ値

26 パケット正常送受信回数

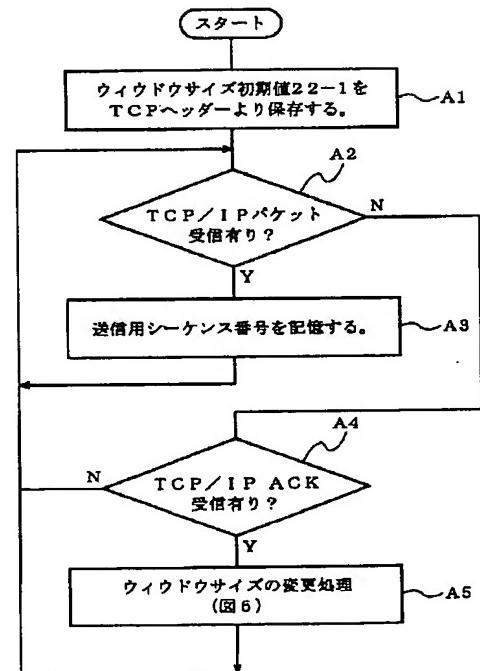
【図1】



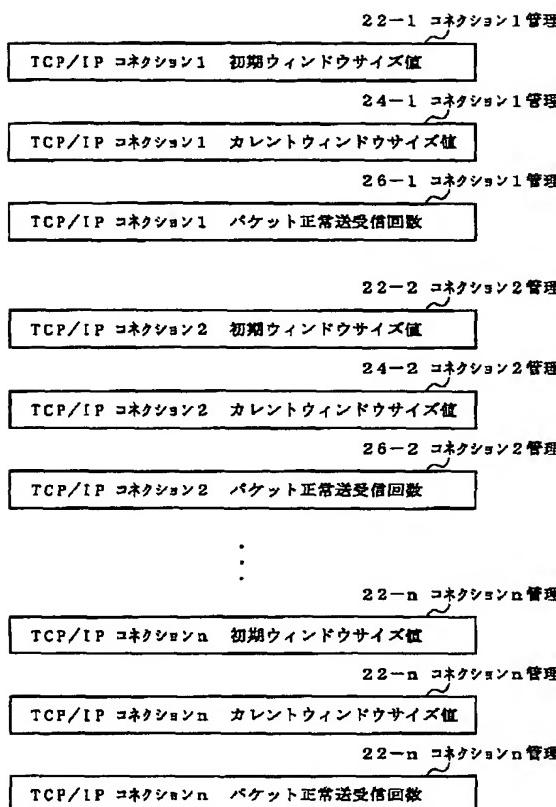
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

